



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

RUNKOKELIRIKKOKOR- JAUSKOHTEIDEN KUNTO

Syksy 2017

TEKIJÄ/T: Jyri Salmi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jyri Salmi	
Työn nimi Soratien runkokelirikkokorjauskohetiden kunto	
Päiväys	28.12.2017
Sivumäärä/Liitteet	29/2
Ohjaaja(t) tuntiopettaja Juha Pakarinen, tuntiopettaja Mervi Heiskanen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Destia Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa sorateiden runkokelirikkokorjausten kuntoa Oriveden kunnossapitourakan alueella. Kunnossapitourakkaan kuuluu Oriveden yleisien teiden lisäksi teitä Juupajoelta, Mänttä-Vilppulasta, Ruovedeltä ja Tampereelta yhteensä noin 1000 tiekilometriä. Tästä 300 kilometriä on sorateita, loput päällystettyjä. Kunnossapitourakan valvojana toimii Pirkanmaan ELY-keskus. Tutkittavat kohteet sijaitsevat Mänttä-Vilppulassa ja Juupajoella.</p> <p>Kelirikkokorjaukset on tehty vuosien 2004 ja 2015 välisenä aikana ja tiedot kohteista on löydettävissä Destian raporteista. Tutkittavat kohteet päätettiin yhdessä Destia Oy:n Oriveden henkilöstön kanssa, jotka toimivat opastajina työtä tehdessä.</p> <p>Tutkimus suoritettiin poraamalla tiehen reikiä kelirikkonoston molempiin päihin. Yksi tien keskelle ja yksi molempiin reunoihin. Kulutuskerroksen paksuus mitattiin jokaisesta reiästä ja tiedot tallennettiin Excel-tiedostoon jokainen reikä erikseen. Kirjaamisen jälkeen tuloksia verrattiin keskenään.</p> <p>Tulokset olivat odotettuja. Vaadittu kulutuskerrosmateriaalia oli enemmän keskellä kuin tien reunoilla korjausvuodesta huolimatta.</p>	
Avainsanat Kelirikko, Runkokelirikkokorjaus;	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Jyri Salmi			
Title of Thesis The state of frost heave repair of road structure of gravel roads			
Date	December 28, 2017	Pages/Appendices	29/2
Supervisor(s) Mr Juha Pakarinen, lecturer, Ms Mervi Heiskanen, lecturer			
Client Organisation /Partners Destia Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to survey the state of frost heave repair of road structure of gravel roads. The roads in question belong to the maintenance contract of the municipality of Orivesi. The maintenance contract includes public roads in Juupajoki, Mänttä-Vilppula, Orivesi, Ruovesi and Tampere with 1000 kilometers in total. Of them 300 kilometers are gravel roads and the rest paved roads. Road maintenance inspector for the maintenance contract is the Centre for Economic Development, Transport and the Environment. The roads to be surveyed are located in Mänttä-Vilppula and Juupajoki</p> <p>The frost heave repair work had been done between 2004 and 2015. These repair projects are reported in the archives of Destia Orivesi. The road sections to be surveyed were chosen with representatives of Destia. First, holes were drilled through road surface at both ends of the area where road surface was made higher to prevent frost heave. One hole was made in the middle and one on each side of the road. The thickness of the surface course was measured in each hole and recorded in an Excel-table. After that the results were compared.</p> <p>The results proved what was expected. The required surface course was thicker in the middle of the road than on the sides irrespective of the year of repair work.</p>			
Keywords Frost heave, road maintenance of the gravel roads			

ESIPUHE

Aloitin Destia Oy:llä harjoittelijana kesällä 2015 Orivedellä hoitourakassa. Kesäisiin ja keväisiin kunnossapitotöihin kuuluu vahvasti sorateiden kunnossapito. Tämän vuoksi työaikaa on vietetty paljon sorateiden mutkissa. Kiinnostus tienpitoon on noussut kokemuksen karttuessa.

Haluan kiittää Länsi Suomen laatupäällikköä Rauno Kuusela opinnäytetyön toimeksiannosta ja ohjauksesta. Tärkeässä roolissa oli Destian Oriveden toimipisteestä kuorma-autonkuljettajat, työmaapäällikkö Harri Penttala ja työmaapäällikkö Kyösti Rajala, jotka toimivat sekä opettajina, että oppaina työtä tehdessä. Apua sai aina, kun kysyi. Iso kiitos siis heille. Ohjaavaa opettajaa Juha Pakarista kiitän hyvästä ohjauksesta. Myös opettajat Lea Myllylä, Kai Auvinen ja Mervi Heiskanen ansaitsevat kiitosta. Moni työn ja koulun ulkopuolelta on tukenut työtä tehdessä, suuri kiitos myös heille.

Kuopiossa 18.12.2017

Jyri Salmi

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta.....	7
1.2	Lyhenteet ja määritelmät.....	8
1.3	Tutkimusaineistot.....	8
2	ROUTA	9
2.1	Soratien routiminen.....	9
2.2	Roudan vaikutukset sorateiden rakenteisiin	11
2.3	Kiven pintaan nousu.....	11
3	KELIRIKKO.....	12
3.1	Pintakelirikko	12
3.1.1	Pintakelirikko keväällä	12
3.1.2	Pintakelirikko syksyllä ja talvella	12
3.2	Runkokelirikko	13
4	SORATIEN RAKENNE	14
4.1	Sorateiden rakenne	14
4.2	Soratien poikkileikkaus	15
4.3	Soratien kuivatus	16
5	TIEN LIIKENNERASITUS	17
5.1	Liikennekuormat	17
5.2	Ajoneuvojen aiheuttama kuorma.....	18
5.3	Tierakenteen toiminta liikennekuormituksessa	18
6	KELIRIKKOKORJAUKSET	19
6.1	Ennaltaehkäisevät työt	19
6.2	Kiireellinen korjaus.....	19
6.3	Runkokelirikkokorjaus	19
6.4	Runkokelirikkokorjauksen työvaiheet	20
6.4.1	Tien levenyttäminen.....	20
6.4.2	Turvallisuuden varmistaminen.....	20
6.4.3	Tien pintarakenteen muokkaus	21
6.4.4	Suodatinkankaan levitys	21
6.4.5	Korkomerkkien asentaminen	21

6.4.6	Murskeen levitys	21
6.4.7	Laadun varmistus	21
6.4.8	Lopputulos	21
7	TIEN LEVENTÄMISEN MAHDOLLISUUDET	22
7.1	Yleistä	22
7.2	Tien kapeneminen kelirikkonoston vaikutuksesta	22
7.3	Tien leventäminen	23
8	KELIRIKKONOSTOJEN KUNTO	24
8.1	Tutkimusmenetelmä	24
8.2	Tutkittavat kohteet	24
8.3	Tutkimustulokset	25
8.4	Tulosten yhteenveto	26
8.5	Haastattelut	27
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	27
9.1	Tien leventäminen	27
9.2	Sorastus	28
9.3	Nostettujen tieosuuksien kunto	28
9.4	Kehitysideaa	28
	LIITE 1: ESIMERKKI KÄYTETTÄVÄSTÄ KULUTUSKERROKSEN LAADUNVARMISTUKSESTA	30
	LIITE 2: ESIMERKKI KANTAVAN KERROKSEN LAADUNVARMISTUKSESTA	31

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Suomen koko tieverkon pituus on 454 000 km. Yksityis- ja metsäautoteiden osuus tästä on noin 350 000 km, kuntien ja kaupunkien katuverkkojen 26 000 km ja liikenneviraston vastuunalaisia 78 000 km. Liikenneviraston vastuunalaisista teistä, eli ”valtion teistä” sorateiden osuus on n. 35 %, eli n. 28 000 km. Yli puolet valtion omistamasta tieverkosta kuuluu alimpaan hoitoluokkaan. Tästä johtuen Liikennevirasto nettisivuillaan ilmoittaa, että kunnossapidollisia ongelmia ilmenee poikkeuksellisten keliä vallitessa. (Liikennevirasto 2017, nettisivut).

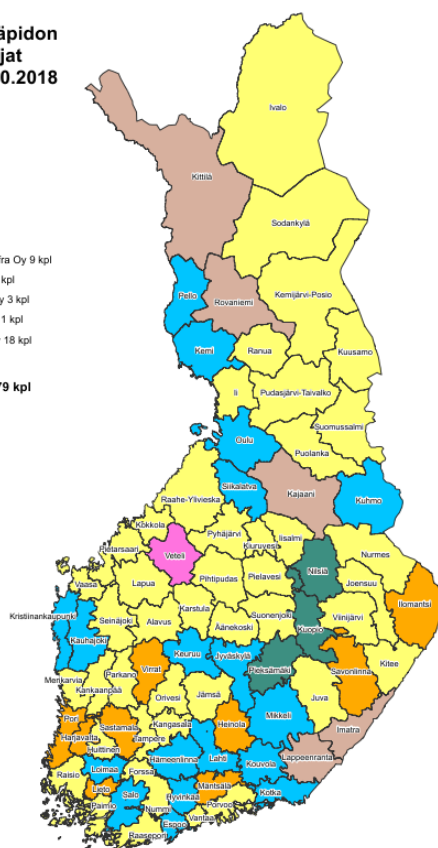
Valtion omistamat tiet on lohkottu 79:ään eri lohkoonsa, jotka muodostavat oman alueurakkansa. Keskimäärin yhdellä kunnossapitourakalla on siis noin 1000 tiekilometriä. Alueurakat kilpailutetaan joka viides vuosi porrastaen, eli maakunnilta muutama urakka vuosittain. Tässä työssä keskitytään Pirkanmaalla sijaitsevaan Oriveden kunnossapidon alueurakkaan, joka on Destia Oy:n pitovastuulla.)

**Hoidon ja ylläpidon
alueurakoitsijat
1.10.2017-1.10.2018**

Urakoitsija

- Destia Oy 43 kpl
- Lemminkäinen Infra Oy 9 kpl
- NCC Suomi Oy 5 kpl
- Savon Kuljetus Oy 3 kpl
- Pahkakangas Oy 1 kpl
- YIT Rakennus Oy 18 kpl

Urakoita yhteensä 79 kpl



Kuva 1: Alueurakat 1.10.2017-1.10.2018, kuva Liikennevirasto 2017

Valtion vastuunalaisista teistä n. 28 000 kilometriä on sorapäälysteisiä, eli n. kolmannes. Liikennesuoritemäärä kuitenkin Suomen sorateilla vuonna 2016 oli vain noin 2,5 %. Tämä tarkoittaa siis sitä, että liikenne on kohdistunut voimakkaasti päälystetyille teille. Pirkanmaalla liikennesuoritemäärä sorateilla oli noin 1,8 %. Vaikka luku on pieni verrattuna päälystetyn tieosuuden liikennesuoritteeseen, niin vuonna 2016 Liikenneviraston tutkimusten mukaan koko maassa ajettiin yhteensä n. 37 500 milj. autokm. Soratiellä koko maassa ajettiin 922 milj. autokm. Eli vaikka prosentissa pieni määrä, niin kokonaisuudessaan liikennettä sorateilla oli paljon. Pirkanmaan sorateilla tutkimuksen mukaan ajettiin 64 milj. autokm. (Liikennevirasto 2017, 12)

Opinäytetyön tekijä on ollut insinöörioppilaana Destia Oy:n palveluksessa kesältä 2015 vuoden 2017 loppuun tutustuen tieverkoston hoitoon kunnossapitourakassa Oriveden toimipisteessä. Tekijä on itse ollut mukana sekä kartoittamassa että tekemässä kelirikkokorjauksia omalla panoksellaan. Vuonna 2017 keväällä kelirikkoo esiintyi, mutta tiestö pysyi kohtalaisessa kunnossa. Kelirikkoaika oli pitkä kuivasta keväästä johtuen. Syyssateet toivat paikkapaikoin pintakelirikkoo syksyllä 2017.

1.2 Lyhenteet ja määritelmät

Liikennesuoritemäärä = Jonkin ajoneuvolajin tai määritellyn osajoukon yhteensä tietyssä aikayksikössä, yleensä vuodessa, ajama kilometrimäärä

Jäälinsi = jäätä muodustunut kappale joka aiheuttaa routavaurioita

Routaheitto = Routanousun takia tiehen kullut kuhmu

Elintärkeä kuljetus = Kuljetus, joka saa ajaa tiellä painorajoituksesta huolimatta (mm. Pelastuslaitos, elintarkekuljetukset ja kunnossapitoajoneuvot.)

siirtymäkiila = Rakenne, jolla tasataan erilaisten alusrakenteiden eroja niiden yhtymä- kohdissa.

Polanne = kovaksi tallautunut tai pakkautunut lumi- tai jääharjanne tiessä.

Reunapalle = Maa-aines, mikä on tien viertä korkeammalla tien reunassa.

Haltuunottoraja = Tiealueen ja yksityisen alueen raja.

Routaantumisen = Maassa olevan veden jäätyminen.

Rakentamaton soratie = Tie, mikä ei sisällä normaaleja rakennekerroksia. Ajettu kiviainesta tarpeen mukaan.

1.3 Tutkimusaineistot

Tutkimuksessa käydettyä ainestoa löytyy liikenneviraston avoimista julkaisuista paljon. Joitakin poikkeuksia kuitenkin löytyy. Tällaiset aineistomateriaalit, joita ei ole julkaistu, näkyy vain kunnossapitourakoitsijalla.

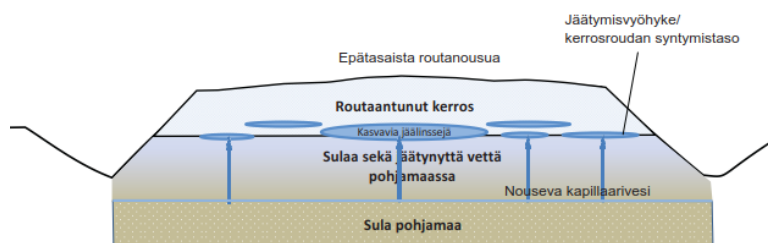
2 ROUTA

Roudalla tarkoitetaan maan huokosissa olevan veden jäätyminen takia jäätynyttä maakerrosta. Routimisilmiön syntyyn vaaditaan, että maa-aines on routaantumispaikassa, vedellä kyllästynyt ja niin huonosti vettä läpäisevää, että jäätymishetkellä vesi ei ole ehtinyt poistua jäätyvästä huokosesta. Karkearakeisessa maassa vesi pakenee huokosista, jolloin liika vesi ei ehdi jäätyä eikä huokoisen tilavuus muutu. (Jääskeläinen 2011, 24).

Routimisilmiö on monivaiheinen, jota tutkitaan jatkuvasti. Yksinkertaistettuna ilmiö voidaan esittää seuraavasti: Routarajalla jossakin mielivaltaisessa huokosessa vesi alkaa jäätyä. Jäätyminen alkaa yleensä huokoisen keskeltä. Jääkide lähestyy kasvaessaan kivirakeiden pintoja. Tällöin vesi alkaa imeytyä jääkiteen ja kivirakeen väliin samoin kuin kuiva maa imee kosteutta. Imu ylittää jäätympaisumisen aiheuttavan poistyöntävän paineen. Kun vesi jäätyy ja laajentuu huokosessa oleva vesimäärä kasvaa. Tämän takia yläpuolisten rakeiden on liikuttava, mikä synnyttää lisää ontelotilaa uuden veden imeytymiselle ja jäätymiselle. Ilmiön jatkuessa syntyy vähitellen jäälinssi. (Jääskeläinen 2025).

2.1 Soratien routiminen

Tien routaantumisella, eli jäätymisellä tarkoitetaan tierakenteessa sekä pohjamaassa olevan veden jäätymistä. Pohjamaassa tai tierakenteessa olevan veden jäätyessä rakenteiden tilavuus kasvaa. Tällöin puhutaan routimisesta. Tämä voi tapahtua tasaisesti tai epätasaisesti maa-ainesten ominaisuuksista johtuen. Tällaista rakennetta, jossa jäätynyt maa ja jäälinssit vuorottelevat, kutsutaan kerrosroudaksi. Pelkkä tienrakenteen routaantuminen ei välttämättä aiheuta jäälinssijä tai epätasaista routanousua. Jäälinssijä syntyy, kun vesi nousee kapillaarisesti alla olevasta pohjamaasta tai pohjavedestä, joka jäätyy linssiksi. Jäälinssien syntymisen edellytyksenä on, että pohjamaassa on vettä niin paljon, ettei karkearakeinen maakerros estä veden kapillaarista nousua. (Liikennevirasto 2014, 13).



Kuva 2: Jäälinssien muodostuminen ja siitä seuraava routanousu. (Kuva, Liikennevirasto 2014)

Pohjamaahan ja tien routiviin kerrokseen voi syntyä talvella jäälinssijä. Jäälinssien paksuus vaihtelee aina muutamista milloista kymmeniin sentteihin. Jäälinssien vaikutuksesta tienpinta voi nousta epätasaisesti, etenkin jos maa-aines on heterogeenista. Sorateillä tierunkoon tulee vettä vesisateiden ja

lumen sulamisen johdosta, mutta myös pinta, ja -kerrosvaluntana routivaan alusrakenteeseen. (Liikennevirasto 2014, 13).

Kun tien rungon jäätyminen lämpimien ja kylmien säävaihtelujen johdosta tapahtuu hitaasti, kapillaarista vettä ehtii nousta pidempään kuin silloin, kun pakkasta olisi pitkään. Pakkaskauden alussa jäälinssejä voi syntyä lähelle tienpintaa, kun jäätymisvyöhyke on pinnassa tai sen läheisyydessä. Korkealla oleva pohjaveden taso lisää jäälinssien muodostumista ja keväällä kelirikon syntyä. Epätasaiselle routanousulle alttiita paikkoja ovat rinne- ja maastot, joissa vettä kulkeutuu tierakenteen alla olevaan pohjamaahan routaantumissyvyyden alapuolella. Tähän vaikuttavat sekä suuret syyssateet että pohjaveden pinnan korkeus. Tien ojitus ei aina estä kapillaarista veden nousua, koska pohjamaan voi olla hienorakeisia maa-aineksia, kuten esim. silttiä tai silttimoreenia, ja näiden luontainen kapillaarinousu on suuri. (Tiehallinto 2002, 21)

Nyrkkisääntönä voidaan tien routivuudessa pitää sitä, että tien routimiseen vaaditaan kolme peruselementtiä:

- Routiva alusrakenne
- Alusrakenteen jäätyminen
- Saatavilla oleva vesi. (Pohjavesipinnan taso korkealla syyssateiden johdosta.)

Mikäli jokin näistä puuttuu tai toteutuu puutteellisesti, routimista ei tapahdu joko ollenkaan tai tapahtuu puutteellisesti. Tierakenteessa routimista tapahtuu yleensä perusrakenteen osalta, eli pohjamaa/perusmaa, koska tien rakennekerrosten tulisi olla routimattomia. Tierakenne jäätyy tien keskeltä syvemmältä kuin reunoilta, koska reunaosia roudalta suojaa auraamaton lumipenkka. Tällöin routanousut muodostuvat suuremmiksi tien keskeltä kuin reunoilta. Keväällä roudan sulaessa routanousu palautuu, eli tienpinta laskeutuu takaisin alkuperäiseen asemaansa. Materiaalien sulaessa vapautuu runsaasti kosteutta. Ongelmana on se että sulaminen alkaa tien pinnasta. Tien alapuolen ollessa jäässä, pinnan sulamisen aiheuttama vesipitoisuus ei pääse valumaan alaspäin. Tämän vuoksi keväisin sorateilla on paikoitellen runsaasti vettä. (Tiehallinto 2002, 22)



Kuva 3. Pinta on sulanut, mutta runko vielä jäässä. Tästä syystä vesi jää tien pinnalle. (Kuva, Karjalainen)

2.2 Roudan vaikutukset sorateiden rakenteisiin

Routiminen vaikuttaa tien kuntoon monella eri tapaa. Jos pohjamaa ja tien rakenne on epähomogeenista, tiehen syntyy epätasaista routanousua ja routaheittoja. Näistä tyypillisempiä on rumpujen kohdalle syntyvät routaheitot. Jos rumpukaivanto on täytetty routimattomalla maa-aineksella ilman siirtymäkiiloja, rummun kohta ei nouse roudan vaikutuksesta ympäröivän tienkohdan tavoin, ja syntyy rumpuheitto. Jos käytössä on betonirumpu, niin routa voi liikuttaa rumpurenkaita epätasaisesti, mikä johtaa rumpurenkaiden saumaliitoksien irtoamiseen. Tämä taas lisää painumia ja laakoaamia tien pinnassa, koska maa-aines valuu rummun sisälle. Myös rumpu voi mennä tukkoon. Nämä asiat voi tehdä tiehen vaarallisia reikiä. (Liikennevirasto 2014, 14)



Kuva 4. Routaheitto ja maa-aineksen valuminen rummun sisään, tästä johtuva reikä tiessä. (Kuva, Liikennevirasto).

2.3 Kiven pintaan nousu

Roudan vaikutuksesta tien rungossa ja pohjamaassa olevat kivet nousevat tien pintaan. Kun kivien alla olevat jäälinssit sulavat, kiven ympärillä oleva hienoaines valuu kiven alle. Kivi ei siis enää palaudu alkuperäiseen paikkaansa, vaan nousee vähitellen tien pintaa kohti. Tämä tapaus voi toistua monta kertaa vuosien varrella, jolloin kivi on jo tien pinnassa. Tien pintaan saakka ulottuvan kiven kohdalla voi syntyä tilanne, missä lämpenevä kivi sulattaa allaan olevan jäälinssin ennen kuin ympärillä olevat jäälinssit ovat sulaneet. Tällöin kivi painuu alaspäin ja sen kohdalle syntyy kuoppa. Tienpintaan nousseet kivet on poistettava kunnossapitourakoitsijan toimesta havainnon jälkeen. (Liikennevirasto 2014, 15)

3 KELIRIKKO

Kelirikolla tarkoitetaan tien pinnan tai tierakenteen pehmenemisen aiheuttamaa kulkukelpoisuuden merkittävää vaikeutumista tai estymistä. Tien pinta tai rakenne voi pehmentyä keväällä roudan sulamisen yhteydessä tai muutoin rakenteiden vettyessä syyssateiden tai märän ajanjakson yhteydessä. Tien rakenne tai kantokyky voi pehmentyä ja heikentyä joko vain tien pinnalta, tai myös syvemältä. Sorateilla voi esiintyä kelirikkoa kahdella eri tapaa, jotka ovat pintakelirikko ja runkokelirikko. (Liikennevirasto 2014, 14)

Kelirikon takia huonoille yleisen tien osuuksille joudutaan laittamaan painorajoituksia. Näin estetään teiden liiallinen vaurioituminen raskaan liikenteen takia, sekä turvataan tien kulkukelpoisuus sekä pienemmille tienkäyttäjille että välttämättömille kuljetuksille. Painorajoitus ei kuitenkaan koske elintärkeäksi katsottuja raskaan ajoneuvon kuljetuksia. Painorajoitusten asentamistarvetta ennustetaan vuoden alusta seuraamalla tien käyttäytymistä talven ja kevään mittaan. Painorajoitusten asentamisesta tiedotetaan etukäteen. Yleisin käytössä oleva painorajoitus on 12 t. Vain kaikkein huonokuntoisimmat osuudet pystytään kunnostamaan, muuten tiet pidetään liikennöitävässä kunnossa kevyemmillä toimenpiteillä. Oriveden alueurakassa painorajoituksia laitetaan keväisin muutamalle soratielle, jotka jo ongelmalliseksi tiedetään. Painorajoitusten laitton merkitys kunnossapidon urakoitsijoille ennustetaan kasvavan raskaanpien ajoneuvojen yleistymisen myötä. (Liikennevirasto 2015)

3.1 Pintakelirikko

Pintakelirikolla tarkoitetaan hienoaainespitoista kiviainesta pintakerroksessa soratiellä, joka muuttuu kosteuden vaikutuksesta lähes plastiseksi, huonosti kantavaksi. Pahimmillaan soratien pinnasta tulee vellinen ja liikennöinti vaikeutuu. Pintakelirikon syntyy ja keston vaikuttavat sääolosuhteet: keväällä lämpötilan sahatessa pakkaselta plussalle, sekä syksyllä ja keväällä runsaat sateet. Aurinkoiset ja tuuliset säät sekä yöpakkaset nopeuttavat tien pinnan kuivumista, vähentävät kelirikon syntyä, ja lyhentävät pintakelirikon kestoja. Myös kelirikkoa ehkäisevät hoitotyöt vaikuttavat kelirikon syntyyn. (Liikennevirasto 2014, 14)

3.1.1 Pintakelirikko keväällä

Keväällä routa sulaa yhtä aikaa sekä tien pinnasta, että maan lämpötilan hohkaamisen vaikutuksesta pohjamaasta käsin. Jos tien kerrokset ovat routivia, roudassa oleva maa-aines estää pintasulamisvesien valumisen rakenteiden läpi ja siirtymisen sivuojiin. Tämän vuoksi veden kyllästävä maa-aines häiriintyy ja tien pintakerros menettää kantavuuskykynsä. (Liikennevirasto 2014, 15)

3.1.2 Pintakelirikko syksyllä ja talvella

Pintakelirikkoa voi syntyä myös syksyn ja lauhan alkutalven runsaiden sateiden johdosta. Kun lämpötila syksyllä ja alkutalvesta on matala ja ilmankosteus suuri, haihdunta on hyvin pientä, josta johtuen vesi voi jäädä kulutuskerrokseen. Asiaa pahentaa se, jos tien kaltevuudet eivät ole tarpeeksi

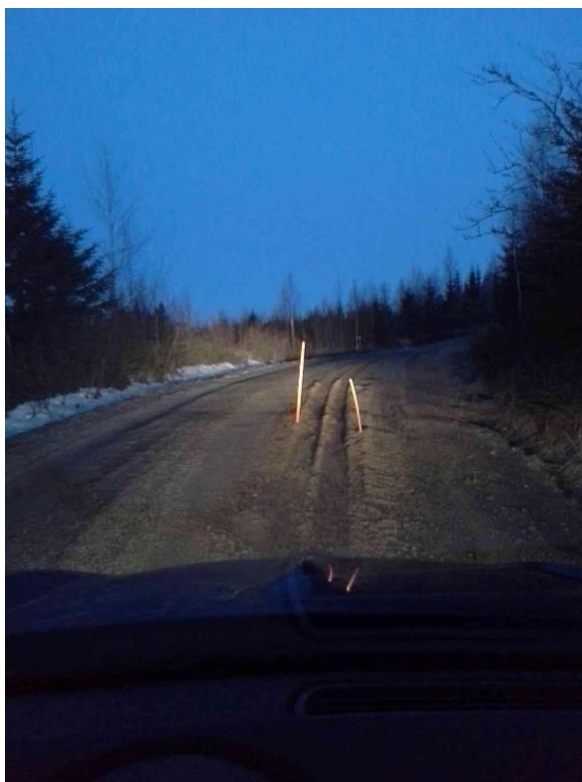
suuria johtamaan vettä sivuojiin, tai reunapalteet estävät veden poispääsyn tien pinnasta. Alkupalven lauhat jaksot ja runsaat sateet ovat yleistyneet. Tämän vuoksi pintakelirikkoa syksyisin on odotettavissa myös tulevaisuudessa. (Liikennevirasto 2014, 15)



Kuva 5. Syyskelirikkoa Alavuden hoitourakka-alueella syksyllä 2017. Tienpinta paikoitellen niin pehmeää, että auton pohja ottaa maahan kiinni. (Kuva, Jyri Salmi)

3.2 Runkokelirikko

Keväällä roudan nopeassa sulamisvaiheessa tien rakenteissa ja pohjamaassa sulavista jäälinseistä vapautuva vesi ei ehdi poistua riittävän nopeasti rakenteista sivuojiin, imeytyä pohjamaahan tai haihtua ilmaan. Tien rakenteisiin jäänyt vesi heikentää tien kantokykyä siten, että se ei enää kannata yliajavaa liikennettä tierakenteen häiriintymättä. Runkokelirikon aikana raskas liikenne painonsa vuoksi pumpppaa syvällä olevista jäälinseistä sulavia vesiä yläspäin tien pintaan. Tästä johtuen myös hienoainesta kulkeutuu tien pintaan, koska veden kyllästämät kerrokset eivät pysty sitomaan jäälinseistä sulanutta vettä. Tämä lisää tien pinnalla olevan veden ja hienoaineksen määrää. (Liikennevirasto 2014, 15)



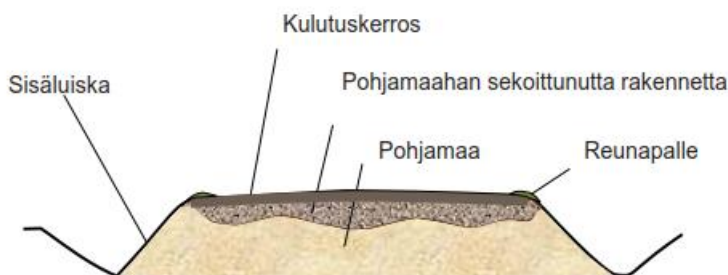
Kuva 6. Runkokelirikko keväällä 2015 Lauttakulmantiellä Oriveden hoitourakan alueella. (Kuva Harri Penttala)

4 SORATIEN RAKENNE

Tierakenteen toimintaa tarkasteltaessa voidaan erottaa tien rakenteellinen ja tien toiminnallinen kunto. Tien Toiminnallinen kunto tarkoittaa tien pintakuntoa, jonka perusteella määräytyy ajomukavuus, turvallisuus ja ajettavuus. Tätä kutsutaan tarkasteltavan tien palvelutasoksi. Tien rakenteellisella kunnolla käsitetään tierakenteen kykyä kestää liikenteestä syntyvät jännitykset ja muodonmuutokset. (Liikennevirasto, 2002). Kunnossapitourakassa tien toiminnallinen kunto on määrätty tarkastettavaksi ja laadun alittuessa korjattavaksi urakoitsijan toimesta. Tien rakenteellisen kunnon parantamisesta sovitaan yhdessä tilaajan kanssa tapauskohtaisesti.

4.1 Sorateiden rakenne

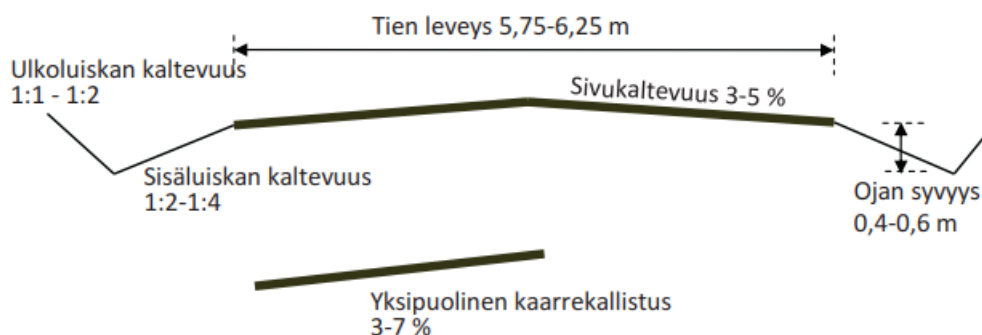
Rakennettujen sorateiden rakenteet ovat yleensä: kulutuskerros, kantava kerros, jakava kerros ja suodatinkangas/suodatinkerros. Tällaisia sorateita on kuitenkin vähän. Pääosa sorateista on rakentamattomia vanhoja teitä, joissa ei ole rakennettuja routimattomia rakennekerroksia. Rakentamattomissa sorateissa on kulutuskerrosta lisätty lisämurskeella, jotta tie palvelisi tienkäyttäjii mahdollisimman hyvin. Joitakin rakentamattomia sorateita on vahvistettu kantavalla kerroksella, mutta kantavan kerroksen materiaali on sekoittunut rakenteen alla olevaan routivaan perusmaahan. Ongelmana on siis tien pintakuntoon vaikuttava vesi sekä syksyisin että talvisin. (Liikennevirasto, 20)



Kuva 7. Rakentamattoman soratien poikkileikkaus, jossa kantavaa rakennekerrosta. (Kuva, Liikennevirasto).

4.2 Soratien poikkileikkaus

Soratien pinnan muoto ja sivukaltevuus ovat tärkeimpiä tekijöitä tien palvelutason ja kunnon ylläpitämisessä. Tien pinnan ohjeellinen sivukaltevuus on $4 \% \pm 1 \%$ ja kaarteissa 3-7 %. Tien muodon tulee olla tasaisesti kalteva. (Liikennevirasto, 20)

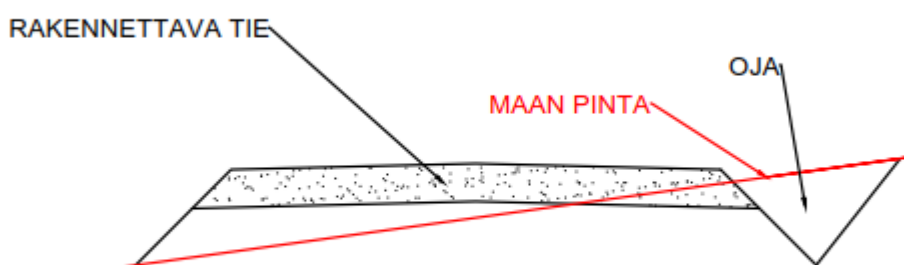


Kuva 8. Soratien poikkileikkausmuoto. (Kuva, Liikennevirasto).

Liian pieni tien sivukaltevuus estää veden poisvirtaamista tien pinnalta. Tämä aiheuttaa tien reikiintymistä ja uraisuutta liikenteen kuormittaessa sitä syyssateiden aikaan ja keväällä kelirikko aikaan. Mäkisillä tieosuuksilla liian pieni sivukaltevuus ei johda vettä suoraan ojaan, vaan tien pituussuunnassa alas päin. Tästä johtuen mäkisillä osuuksilla saattaa esiintyä pitkittäisiä vesisyöpymiä. Liian suuri sivukaltevuus heikentää ajomukavuutta. Pahimmillaan se voi aiheuttaa raskaalle liikenteelle kaatumisriskin, etenkin jos ajoneuvolla joutuu ajamaan lähellä tien reunaa. Suuri sivukaltevuus saattaa aiheuttaa talvella myös suurempaa hiekoitustarvetta, koska routanousun vaikutuksesta sivukaltevuus edelleen kasvaa, mikäli mahdollinen polanne tien reunassa ei ole tasannut sivukaltevuutta.

4.3 Soratien kuivatus


Kuivatuksella estetään veden aiheuttamia haittoja tien rakenteisiin, liikenneturvallisuuteen ja lähiympäristöön. Hyvällä kuivatuksella vähennetään roudan aiheuttamaa pinta- ja runkokelirikkoa. Tien reunapalteet, jotka syntyvät kasvillisuudesta ja tienpinnalta tai tien rakenteista siirtyneistä maa-aineksista, estävät veden virtaamisen sivuojiin. Tähän ei auta vaikka tien sivukaltevuudet olisivat riittävät, koska palte sijaitsee tien reunassa. Mäkisessä maastossa vesi kulkee palteiden johdosta tien pituussuunnassa, joka johtaa tienpinnan sekä reunan syöpymiin. Sivuojat estävät veden lammikoitumista tien reunoille ja mahdollistavat veden virtaamisen tien ojista maastoon. Sivuojien merkitys on tärkeimmillään paikoissa, jossa sivuoja on ainoa, joka kerää valuma-alueeltaan olevat vedet, ja johtaa pois tiealueelta. Esimerkiksi rinnemaastossa rinteeseen suuntaisesti kulkeva tie tarvitsee sivuojan vain tien yläpuoliselle reunalle. (Liikennevirasto 2014, 21)



Kuva 9. Rinnemaastossa tien esimerkki poikkileikkaus ja ojan tarpellisuudesta. Toiselle puolelle tietä ei tarvitse oja rakentaa, koska maasto hoitaa veden virtaamisen itsestään. (Kuva, Jyri Salmi).

Sekä tien poikkirummut, että pitkittäiset liittymärummut mahdollistavat veden virtaamisen liittymän ja tien alta pois. Rumpujen kunto tulee tarkastaa kerran viidessä vuodessa. Oriveden urakassa vuosittain vaihdetaan sorateillä noin 120 j m rumpuputkia. Rumpuputken halkaisijaan kannattaa kiinnittää huomiota. On parempi ylittää kuin alimitoitaa rummun halkaisija, koska alimitoitettuna rumpuputki ei riitä johtamaan suuren hetkellisen sadannan aiheuttamaa vesimäärää sivuojasta. Liian pieni rumpuputki saattaa aiheuttaa veden tulvimista tien yli sekä mahdollistaa helpommin rummun umpeen jäätyksen. (Liikennevirasto 2014, 21)

Taulukko 1. Yleisimpiä ongelmia soratien kuivatukseen liittyen. (Kuva, Liikennevirasto)

Virhe	Haitta tai seuraus	Virhe	Haitta tai seuraus
 Lifan jyrkkä sivuojan sisäläiskä	Reunakantavuus heikkenee, reunasortumavaara, liikenneturvallisuusvaara, sivuoja menee tukkoon.	 Lifan pieni tien sivukaitevuus <3 %	Vesi ei valu tieitä, vaan jää tien pinnalle. Veden ja liikenteen vaikutuksesta syntyy lammikoita ja kuoppia.
 Lifan jyrkkä sivuojan takaläiskä	Ojan takana olevaa maata valuu sivuojaan, sivuojan tukkeutumisvaara.	 Lifan pieni tai vääränsuuntainen kaarekaiteistus	Syntyy pintavaurioita. Ajodynamiikka ja liikenneturvallisuus huononevat.
 Lifan syvä sivuoja	Ojan kunnossapito on työllistä ja kallista. Heikentää tien reunan kantavuutta, eroosiovaara.	 Lifan suuri tien kaarekaiteistus >7 %	Kuuluskerrosmateriaalia lähtee liikenteen vaikutuksesta irti ja siirtyy ulkokaarteeseen puolelle.
 Laskuoja tukossa	Sivuojin syntyy vespussuja ja rakenteiden kurtutus huononee.	 Reunapalletta ei ole poistettu	Vesien valuminen tien pinnalla sivuojaan estyy ja veden pituussuuntaisen virtauksen sekä liikenteen vaikutuksesta syntyy lammikoita, kuoppia ja tien pinnan muodonmuutoksia.
 Tien rummut tai liittymärummut liittyneet tai vaurioituneet	Vesi ei pääse virtaamaan sivuojiin tai pois sivuojista, sivuojin syntyy vespussuja ja rakenteiden kurtutus huononee.	 Tie on liian leveä > 6,5 m	Sivukaitevuuden säilyttäminen on vaikeaa ja kunnossapitotarve kasvaa. Liian leveys edistää reunapallteen muodostumista.
 Rumpu tukkeutunut tai lietty	Vesi ei pääse virtaamaan sivuojiin tai pois sivuojista, sivuojin syntyy vespussuja ja rakenteiden kurtutus huononee.		

5 TIEN LIIKENNERASITUS

5.1 Liikennekuormat

Tien ohjeellinen kantavuus on 80 Mpa, eli 80 MN/m² (Liikennevirasto 2005, 56). Henkilöauton paino ei siis vaikuta rakenteen kestävyyskykyyn. Henkilöauto voi myös suurten kaarrenoepuksien takia heittää kulutuskerrosta soratien pinnalta kokonaan pois kaarteeseen ulkoreunaan. Jos tarkastellaan ainoastaan liikennesuorituskykyä, raskaanajoneuvon aiheuttama kuorma on kriittisin. Tavoitekantavuutta ei ole mahdollista pitää sorateilla kelaikkokautena. Vakavat kelaikkotiet tai kohdat eivät välttämättä pysty kantamaan henkilöautoa häiriintymättä. (Tiehallinto 2001, 5)

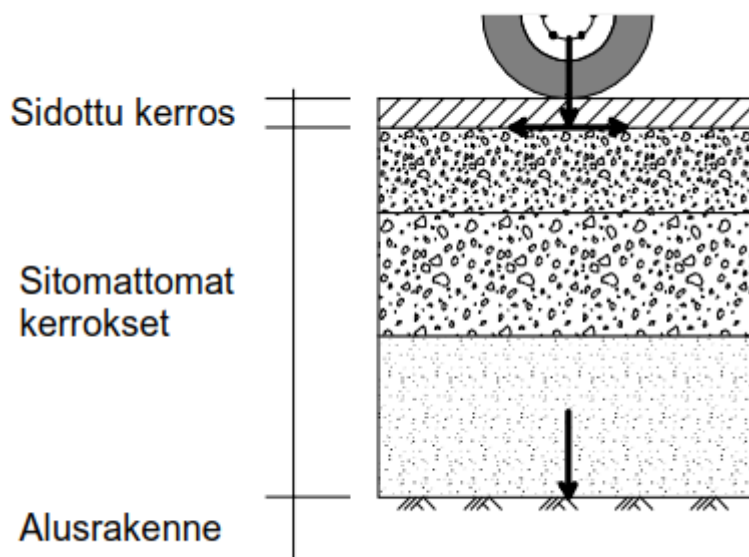
Kokonaisliikennemäärä on haja-asutusalueilla vähentymässä koko ajan, koska ihmiset muuttavat enemmässä määrin asumaan kaupunkeihin. Kuitenkin tiestö haja-asutusalueilla on tärkeää pitää kunnossa, koska sieltä saadaan teollisuuteen tärkeitä raaka-aineita muun muassa metsä- ja elintarviketeollisuuteen. (Liikennevirasto 2017, 10)

5.2 Ajoneuvojen aiheuttama kuorma

Raskaan kaluston suurin sallittu massa ajoneuvoyhdistelmälle on 76 tonnia, eli noin 750 kN.) Tämä kuitenkin jakautuu ajoneuvoyhdistelmän akseleille ja sitä kautta pyöriin. Suurin sallittu akselikuorma ajoneuvoyhdistelmässä on 11.5t, eli 115 kN. 115 kN jakautuu molemmin puolin autoa suunnilleen tasaisesti, riippuen tien sivukaltevuudesta sekä auton lastaamisesta tasaisesti. (FINLEX 2013 nettisivujen mukaan). Henkilöauton paino keskimäärin on noin 1500 kg, eli 15 kN. Henkilöauton merkitys tien kantavuuden kannalta yleisesti on merkityksetön. Kuitenkin kelirikkoaikana kantavuus heikkenee, jolloin myös henkilöauton aiheuttaman rasituksen merkitys tien kuntoon kasvaa.

5.3 Tierakenteen toiminta liikennekuormituksessa

Rakenteen omapaino on myös kuormitustekijä, mutta siihen ei juurikaan pysty vaikuttamaan, paitsi kevennetyillä materiaaleilla vähän. Rakenteen omapainon aiheuttamat rasitukset ja kuormat ovat merkittävässä roolissa pehmeiköillä ja alusrakenteen laadun vaihtuessa. Tavanomaisella tierakenteella liikenteen kuormituskestävyyden kannalta kriittisiksi tekijöiksi ovat osoittautuneet liikennekuormituksesta aiheutuneet sidottujen kerrosten alapintaan muodostuvat vetojännitykset, ja -muodonmuutokset sekä ylimpään sitomattomaan kerrokseen ja alusrakenteeseen kohdistuvat puristusrasitukset. Tässä työssä käsitellään sitomattomia kerroksia, joten sidotun kerroksen alapinnassa tapahtuvaa vetojännitystä ei tapahdu sitomattoman kerroksen ollessa kulutuskerros. Ylimpään sitomattomaan kerrokseen ja alusrakenteeseen kohdistuvat rasitukset ovat yhteydessä rakenteeseen syntyvien pysyvien muodonmuutosten suuruuteen. Tierakennetyyppi määrää, millä tavoin tiehen kohdistuva rasitus vaikuttaa rakennekerrokseen ja pohjamaahan. (Tiehallinto 2002, 24)



Kuva 10. Tiehen kuormituksessa kohdistuvat jännitykset liikenteen kuormittaessa sitä. Sitomattoman päällysrakenteen kuormitustilanne on eri päällysrakenteen alosassa, sillä siihen ei tule jännitystä sen painuessa suoraan alaspäin. Alusrakenteelle ja sitomattomiin kerroksiin johtuu samansuuntaiset voimat kuin sidotun päällysrakenteen tapauksessa. (Kuva, Tiehallinto 2002)

6 KELIRIKKOKORJAUKSET

Oriveden alueurakassa Sorateitä on noin 300 kilometriä. Kelirikkoa esiintyy näillä tieosuuksilla aina keväisin ja sateisina syksyinä. Alueelle on tehty jo useita vuosia runkokelirikkokorjauksia. Suurin korjausvuosi oli 2008, jolloin kelirikkokorjauksia tehtiin useita kymmeniä kilometrejä. Normaalisti vuosittain runkokelirikkokorjauksia on tehty noin kaksi kilometriä. Kiireellistä korjausta tehdään vuosittain pahimpiin paikkoihin, joissa ilman korjausta kulkeminen olisi lähes mahdotonta. Kelirikkoaikana tien kuntoa seurataan viikoittain. Pahimmat routivat paikat inventoidaan ja ilmoitetaan tilaajalle tarkan paikkatiedon turvin, joista kartoitetaan runkokelirikkokorjaustarve.

6.1 Ennaltaehkäisevät työt

Kelirikon syntyvyyttä ehkäistään monin eri tavoin jatkuvasti vuosittain, koska ennaltaehkäisevät työt kuuluvat vuosisopimukseen ja ovat kustannuksiltaan pienempiä kuin kelirikkovaiheessa korjaaminen. Keväisin ja kesäisin tehdään ojien perkauksia sekä rumpujen vaihtoja. Tällä tavoin mahdollistetaan syksyllä ja seuraavana keväänä veden virtaaminen ojista maastoon. Ojan perkauksen yhteydessä poistetaan mahdolliset palteet. Tien pinta tasataan ja muokataan vaadittuun profiiliin roudan sulamisen jälkeen. Keväisin joudutaan paikoin sulattamaan jään johdosta tukkeutuneita rumpuja. Lumipenkat työnnetään keväisin ojan pohjiin, jolla mahdollistetaan lumen ja jään sulamisvesien pääsy si-vuojiin.

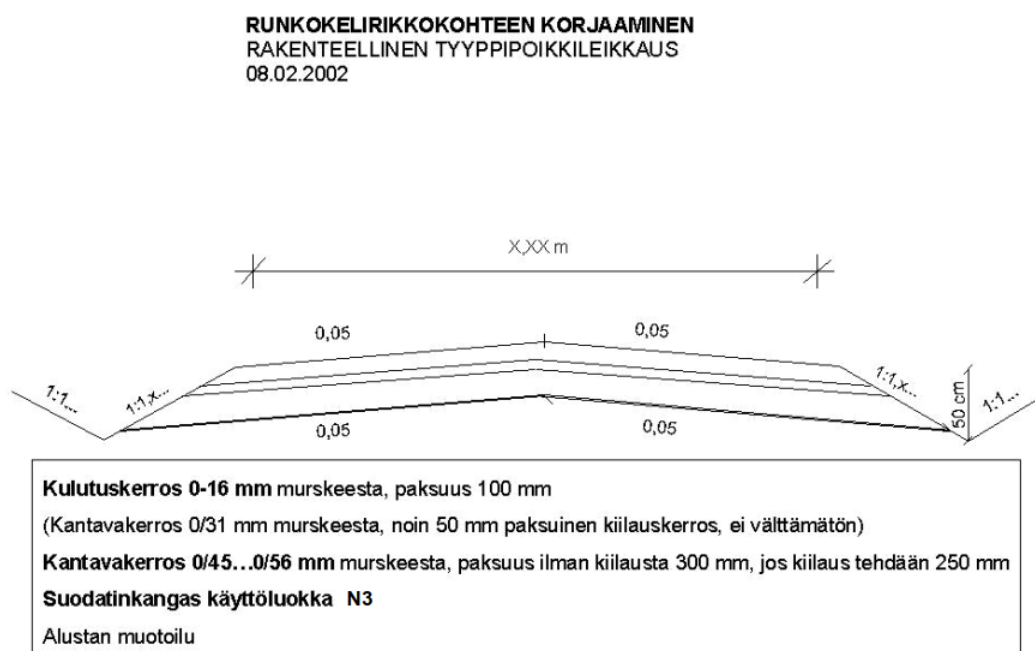
6.2 Kiireellinen korjaus

Keväisin ja märkinä syksyinä tien pinta voi olla pehmeä ja reikäinen, jolloin tarvitaan lisämursketta. Murske ajetaan ongelmakohtaan kuorma-autolla ja tasataan alusterällä. Materiaalina yleensä käytetään 0-16 mm mursketta. Todella pahoihin paikkoihin saatetaan ajaa 0-32mm mursketta paremman kantavuuden saavuttamiseksi. Näin estetään pintakelirikon aiheuttamaa tienpinnan kantavuuden heikkenemistä. Tällainen korjaustoimenpide on toimiva ja suhteellisen edullinen, mutta se ei poista ongelmaa tulevilta kelirikkoajoilta.

6.3 Runkokelirikkokorjaus

Runkokelirikkokorjaus on perusteellinen tapa ehkäistä tulevaa kelirikkoa korjauskohteessa. Joka vuosi tiestössä inventoidaan pahimmat kelirikkokohteet urakoitsijan toimesta tiestötarkastuksien yhteydessä. Pahimmin routivat tieosuudet inventoidaan ja annetaan urakan valvojan tietoon urakkakouksessa, jossa päätetään korjauskohteet.

Runkokelirikkonostossa tiehen ajetaan 300 mm:n paksuinen kantava kerros ja 100 mm:n kulutuskerros. Kantavan kerroksen alapintaan levitetään käyttöluokan N3-suodatinkangas. Noston pituus riippuu routivan tieosan pituudesta. Se voi olla muutamasta metristä satoihin metreihin kerrallaan. Liikenneviraston sorateiden kunnossapito-ohje vuodelta 2014 neuvoo pitämään nostopaikat pitkinä pitkäaikaisen liikennöitävyyden mahdollistamiseksi. Kelirikkonoston aikana liikennettä ei katkaista nostettavalta tieosuudelta. Nopeus rajoitetaan ja varmistetaan koko työn aikana sen liikennöitävyys.



Kuva 11. Tyyppipoikkileikkaus runkokelirikkokohteen rakenteesta. (Kuva, työkohtainen tarkennus, kelirikkonoston tuotekortti Liikennevirasto.)

6.4 Runkokelirikkokorjauksen työvaiheet

6.4.1 Tien leventäminen

”Kelirikkokohteissa on valmiin tien leveyden oltava 6 - 6,25 m. Tuotteeseen kuuluu myös tien pohjan leventäminen tarvittaessa rakennekerrosten ajon yhteydessä em. leveyteen pääsemiseksi”.(Työkohtainen tarkennus, hoidon ja ylläpidon alueurakka, Orivesi 2016-2021.)

6.4.2 Turvallisuuden varmistaminen

Ennen työn aloittamista kriittiselle tieosuudelle viedään tietyömerkit riittävälle etäisyydelle työkohteesta. Nopeusrajoitus alennetaan nopeuteen 50 km/h.

6.4.3 Tien pintarakenteen muokkaus

Ennen muokkaamista maakivet poistetaan nostettavalta tieosuudelta. Tien pinnan tulee olla laatuvaatimusten mukainen ennen työn aloittamista. Tämä tarkoittaa sitä, että tien pinta tulee olla tasainen ja kaltevuuksien tulee olla 4 - 7 %. Tien pinnan kaltevuus käydään toteamassa pitkällä vatupasilla ja paikoista otetaan valokuvat, jotta jälkeinpäin pystytään kaltevuus tarvittaessa todentamaan.

6.4.4 Suodatinkankaan levitys

Suodatinkangas levitetään tien pinnalle, sille osuudelle johon kelirikkonosto tehdään. Suodatinkankaan tulee olla käyttöluokaltaan N3 ja leveyden vähintään 6 m. Kangas levitetään tien pinnalle pyörittämällä suodatinkangasrullasta. Levitetyn suodatinkankaan päälle on hyvä laittaa kiviainesta, ettei se lennä tuulen mukana, tai siirry ensimmäisen murskematon levityksen yhteydessä.

6.4.5 Korkomerkkien asentaminen

Korkomerkit asennetaan, jotta varmistetaan kantavan kerroksen ja kulutuskerroksen oikea ajomäärä. Merkit lyödään maahan tarpeeksi kauas ojan puolelle, ettei se haittaa murskeen levitystä.

6.4.6 Murskeen levitys

Oriveden alueurakassa käytetään kantavaan rakennekerrokseen 0-32 mm mursketta. Destian omia kiviainespaiikkoja Oriveden alueella on kolme. Murske levitetään suodatinkankaan päälle ja tasataan kuorma-auton alusterällä 5 % kaltevuuteen. Tiivistys tapahtuu kuorma-autolla sekä ohiajavan liikenteen myötä. Koska kantavan kerroksen paksuus tulee olemaan 300 mm tiivistettynä, sivuteiden ja pihojen liittymiä pitää luiskata siten, että hyvä liikennöitävyys niihin säilyy. Kulutuskerroksena käytetään 0-16 mm mursketta. Kulutuskerrosta ajetaan tiivistetyn kantavan kerroksen päälle 100 mm kerros. Nostojen päät luiskataan kynnyksen välttämiseksi.

6.4.7 Laadun varmistus

Laatu varmistetaan tiivistetystä rakenteesta koemittauksin. Koemittaus, eli koekuopat tehdään sekä tien keskeltä, että reunoilta ja kerrospaksuus mitataan. Mittaukset tehdään sekä nostopaikkojen päistä, että keskeltä. Myös tilaajan määräämät paikat mitataan. Lisäksi käytettävästä kiviaineksesta on tehtävä rakeisuuskäyrämittaukset (liitteet 1ja2), jotta pystytään näyttämään kiviaineksen riittävä laatu.

6.4.8 Lopputulos

Tien pinta on tasainen. Kelirikkoa nostetulla tieosuudella korjauksen jälkeen ei esiinny, joskin vuosien saatossa tilanne saattaa muuttua. Tie kantaa paremmin. Tie kapenee ainakin 80 cm, ellei tien pohjaa levitetä ennen nostoa. Nostetun tieosuuden suolausta kesällä on lisättävä pölyhaitan vuoksi, koska suodatinkangas estää kapillaarisen veden nousun ja murskekerrokset eivät sido vettä.



Kuva 12. Valmis runkokelirikkokorjaus. Tietä nostettu 40 cm. Kuva otettu Sammallammintieltä Vilp-
pulassa kesällä 2017. (Kuva, jyri Salmi).

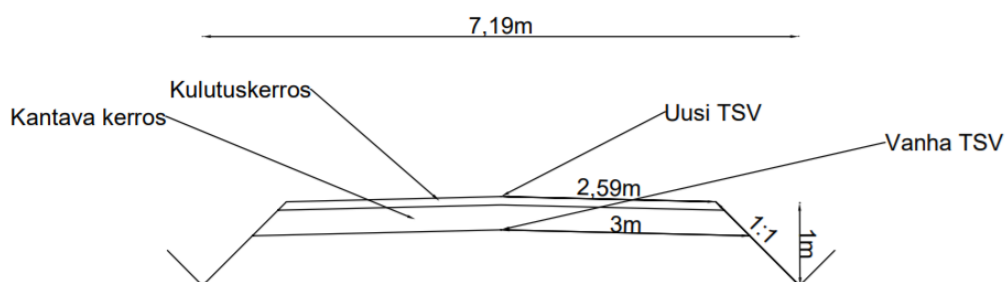
7 TIEN LEVENTÄMISEN MAHDOLLISUUDET

7.1 Yleistä

”Kelirikkokorjauskohteissa on valmiin tien leveyden oltava 6,0 – 6,25 m. Tuotteeseen kuuluu myös tien pohjan leventäminen tarvittaessa rakennekerrosten ajon yhteydessä em. leveyteen pääsemiseksi”.(7_Työkohtainen_tarkennus_Hoidon_yllapidon_AU_Orivesi_2016-2021). Tässä osiossa otan kantaa tien leventämiseen, jotta valmis tuote olisi pinnasta 6,0 m leveä. Oriveden urakan alueella on kapeita sorateitä. Tien leveys saattaa olla noin kuusi metriä. Kelirikkonoston kannalta tilanne voi olla haasteellinen, sillä tiealueen lunastusalue saattaa olla niin kapea, että tietä ei pysty leventämään, jos haltuunottoa ei levennetä.

7.2 Tien kapeneminen kelirikkonoston vaikutuksesta

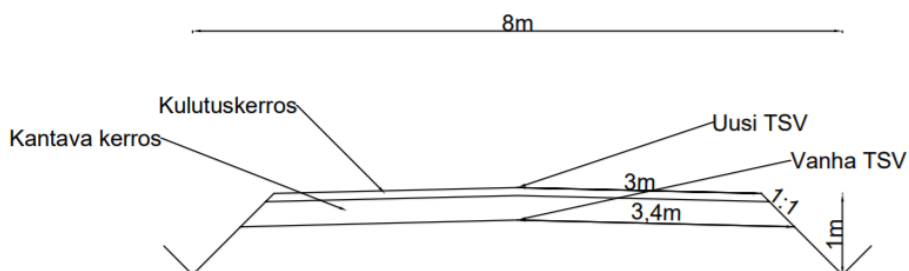
Kelirikkonoston vaikutuksesta tie kapenee, koska ilman sisäluiskausta ajettu kiviaines ei pysyisi muodossaan, vaan lakoaisi ojanpohjiin. Sisäluiskan kaltevuus ratkaisee sen, kuinka paljon kapenemista tapahtuu. Jos sisäluiskan kaltevuus on pieni, niin kapenemista tapahtuu enemmän. Esimerkkikuvissa on käytetty liikenneviraston määräämää maksimia sisäluiskan kaltevuutta.



Kuva 13: Havainnollistava kuva tien poikkileikkauksesta, jos tie on ennen kelirikkonostoa kuusi metriä. Ojan syvyys vanhan tien pinnasta 60 cm. Tie kapenee noin 80 cm kelirikkonoston vaikutuksesta. Ojan pohja ei ole oikeasti näin terävä vaan se on pyöreämpi. Sisäluiskaa ei käytännössä ole mahdollista tehdä näin jyrkäksi hyvän reunakantavuuden ja kestävyiden kannalta. (Kuva, Jyri Salmi).

7.3 Tien leventäminen

Tien leventämisessä ongelmana voi olla se, että halutuunottoraja tulee vastaan. Tien leventämisen aiheuttamaa leventämistä voi hillitä sillä, että pitää sisäluiskan mahdollisimman jyrkkänä sekä matalana.



Kuva 14: Valmiin tien leveyden ollessa 6,0 m. Sisäluiskan kaltevuus 1:1 ja ojan korkeus 1 metri kulutuskerroksen päältä mitattuna. Ulkoluiskan kaltevuus myös 1:1. Kuvassa, jos laskee ulkoluiskan pään, niin tie tarvitsee tilaa noin 10 metriä. Oikeassa suhteessa ojan pohja on leveämpi, sillä sitä ei pysty tekemään näin kapeaksi. Myös 1:1 luiska on jyrkkä, normaalissa tilanteessa se olisi loivempi. (Kuva Jyri Salmi).

8 KELIRIKKONOSTOJEN KUNTO

Kesän 2017 aikana tutkin runkokelirikkokorjauskohteiden kulutuskerrospaksuutta ja kuntoa Oriveden alueurakan alueelta. 2000- luvun kelirikkokorjauskohteet oli dokumentoitu Destian raportointijärjestelmään. Edellä mainitut tiedot Keräsin yhteen Excel -tiedostoon. Rajasin tarvittavat tieosuudet, joihin kelirikkonosto, eli runkokelirikkokorjaus oli tehty.

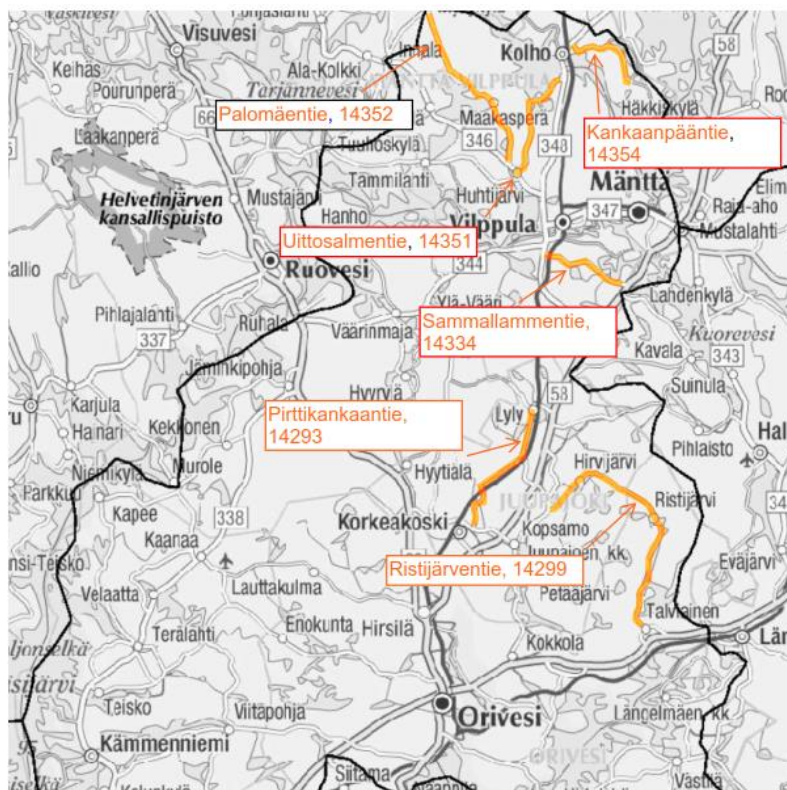
8.1 Tutkimusmenetelmä

Ensin taulukkoon kerättiin kaikki dokumentoidut runkokelirikkokorjauskohteet, joita oli vuosien varrella kertynyt paljon. Tutkittavia kohteita valittiin eri vuosilta, jotta nähtäisiin vaihtuvuutta tutkimusten edetessä. Tutkittavien kohteiden valinta suoritettiin yhdessä muiden Destia Oy:n palveluksessa Orivedellä olevien henkilöiden kanssa. Seuraavaksi keräsin tietoa siitä, mitä on käytetty kantavan kerroksen materiaalina, koska Orivedellä käytettiin kantavan kerroksen materiaalina vuoteen 2012 0-55 mm mursketta. Sen jälkeen on ryhdytty käyttämään 0-32mm.

Kulutuskerroksen paksuuden selvittämiseksi käytin kallioporakonetta, jossa oli timanttiterä. Reiän kaivamiseen käytin rautakankea ja tuloksen mittaamiseen rullamittaa. Menetelmän heikkoutena on tarkkuuden epävarmuus, sillä reiän halkaisijaksi tuli noin 5 cm. Tämän vuoksi tutkimustulokset ovat sunntaa-antavia. Tutkitut runkokelirikkokorjauskohteet ovat pituudeltaan yli 100 metriä. Koareiät tehtiin sovitusti nostojen päihin siten, että yksi tien keskeltä ja yksi tien molemmilta laidoilta.

8.2 Tutkittavat kohteet

Tutkittavina kohteina olivat: Ristijärventie, tienumero 14299; Uittosalmentie, tienumero 14351; Palomäentie, tienumero 14352; Pirttikankaantie, tienumero 14293; Sammallammintie, tienumero 14334; Kankaanpääntie, tienumero 14354. Tutkittavat kohteet ovat tiestötiedoiltaan ja kunnossapitoluokaltaan samankaltaisia. Puuajoa joka vuosi ja henkilöautoliikennettä yli 50 ajoneuvoa vuorokaudessa. Teihin oli useampana vuonna tehty runkokelirikkokorjaus.



Kuva 15. Tiet, joissa tutkimuspaikat sijaitsevat. (Kuva, Jyri Salmi)

8.3 Tutkimustulokset

Kokosin tutkittavat paikat excel-tiedostoon, joihin pystyin syöttämään porauksen tarkan paikan sekä taltioimaan mittaamani kulutuskerrospaksuuden.

Taulukko 2. Tarkat tieosoitteet ja mittaustulokset porarei-istä. (Jyri Salmi).

Paikka	keski	oikea	vasen	vuosi	
Palomäki					
14352/2/5917	15	8	7	2014	suora
14352/5815	15	10	7	2014	suora
14352/2/4912	9	3	3	2007	suora
14352/2/4819	8	7	5	2007	suora
Uittosalmi					
14351/1/3336	11	0	3	2005	mutka mäki
14351/1/3446	5	0	2	2005	mäen pää
14351/2/6172	12	0	0	2004	suora
14351/1/6372	7	0	0	2004	suora
Ristijärvi					
14299/1/4695	16	11	8	2007	suora
14299/1/4821	14	0	2	2007	suora
14299/1/4939	8	0	4	2007	mutka
14299/1/5521	10	6	6	2007	mäki
14299/1/5589	11	0	3	2007	mäki
14299/3/3075	11	7	5	2015	suora
14299/3/3150	14	9	8	2015	notko
14299/3/3267	13	0	0	2015	mäki

Korkeakoski-Lyly

14293/2/1063	6	0	0	2012	mäki
14293/2/953	4	0	4	2012	mäki
14293/1/7497	9	10	10	2012	suora
14293/1/7395	4	10	10	2012	suora
14293/1/5326	15	10	10	2015	mäki
14293/1/5180	10	10	10	2015	suora

Sammallammi

14334/1/2589	5	0	0	2004	suora
14334/1/2489	6	0	0	2004	suora

Kolho-Kankaanpää

14354/1/3524	9	9	7	2015	suora
14354/1/4510	12	10	6	2015	suora
14354/1/3456	11	8	8	2015	suora
14354/1/4540	12	9	9	2015	kurvi

8.4 Tulosten yhteenveto

Tuloksista ilmenee, että tien reunoilla kulutuskerrospaksuus on pienempi kuin keskeltä lähes joka näytteenottopaikassa. Tuoreemmissa nostetuissa paikoissa kulutuskerrospaksuus oli reunoillakin kohtuullinen, mikä viittaa siihen, että nostopaikka on tiivistynyt hyvin. Vanhemmissa nostopaikoissa reunoilla kantavan kerroksen kiviaines oli jo tien pinnalla. Sen pystyi helposti erottamaan ilman reiän poraamistakin.



Kuva 16. Ristijärven tilanteesta, jossa kulutuskerrospaksuus tien reunoilla lähellä nollaa, mutta tien keskellä yli 10 cm. Tarkka tierekisteriosoite 14299/3/3075. (Kuva, Jyri Salmi)

8.5 Haastattelut

Haastattelin Destia Oy:n Oriveden toimipisteen henkilökuntaa liittyen sorateiden kunnossapitoon ja runkokelirikkokorjauksiin. Haastateltavana oli kolme kuorma-auton kuljettajaa, ja kolme työnjohtoon kuuluvaa henkilöä. Haastattelu toteutettiin suullisesti, jonka jälkeen kirjoitin tapahtuneesta pienen muotoisen muistion. Kyseiset henkilöt kuuluivat Oriveden kunnossapitourakkaan, jotka suorittivat viikoittain urakka-alueella ajoa.

Haastatteluissa tuli ilmi, että Oriveden kunnossapitourakassa sorastusta tehdään kohtuullisesti. Sorastuksessa käytetään 0-16 mm mursketta ja määrätty sorastuspaksuus on ennalta määrätty. Sorastukseen käytettävä murskemäärä on 150 – 250 t / km tilaajan ohjeen mukaisesti. Haastattelujen mukaan tämä tarkoittaa Käytännössä noin 3 cm paksua murskekerrosta tien keskiosalle. Tämä tarkoittaa Haastatteluissa tuli esille, että 3 cm kerrospaksuus sorastuksessa olisi liian vähäinen. Tämä tietenkin riippuu tien käyttöasteesta, sillä paljon liikennöitäviltä teiltä kulutuskerros häviää nopeammin kuin vähän liikennöidyiltä teiltä.

Runkokelirikkokorjauskohteista puhuttaessa oltiin tyytyväisiä tekotapaan, eli kelirikkonostoon. Nostettavia paikkoja on paljon, joten 1500 metriä vuodessa koettiin vähäiseksi määräksi. Varsinkin vilkkaammin liikennöidyt ja metsäteollisuuden kuljetuksiin käytetyt tiet koettiin ongelmallisempina. Runkokelirikkokorjaus koettiin parhaana tapana välttää kelirikkoo ja säästää tienpidon kustannuksissa. Korjauksen tekeminen maksaa, mutta pohjaoloista riippuen korjaus koettiin kestäväksi, ja hyvänä tapana välttää kelirikkoaikana tulevia paikkauskustannuksia.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

9.1 Tien leventäminen

Runkokelirikkonoston takia tien pohjaa on levennettävä joillakin Oriveden alueurakan sorateilla, jos vaadittuun tien leveyteen halutaan päästä. Leventämistä voisi hillitä siten, että nostoa ei tehdä niin suurilla rakennekerrospaksuuksilla. Näissä paikoissa Ongelmaksi tulisi kestävyys ja kantavuuden heikompi taso. Yksi mahdollinen keino kantavuuden parantamiseksi matalaa kelirikkonostoa käytettäessä voisi olla geovahvisteiden käyttö. Tämän menetelmän heikkouksina on kuitenkin se, että soratien kunnossapidossa pintaa muokataan mm. höyläämällä, jolloin geoverkko voisi tarttua tiehöylän terään, ja rummun vaihdon yhteydessä kaivetaan koko tie auki. Tämä tarkoittaisi geovahvisteiden rikkoutumista, mikäli sellaisia kyseisellä paikalla olisi. Muut pohjanvahvistusmenetelmät esimerkiksi massanvaihto ovat toimivia, mutta liian kalliita toteuttaa sorateilla.

9.2 Sorastus

Sorastuksessa kerrospaksuuden ollessa 3 senttimetriä murske tiivistyy hyvin, eikä aiheuta urautumista. Heikkoutena kuitenkin saattaa olla se, että jos tien pinnalla on jo kantavan kerroksen kiviaines pinnassa, eli joko 0-32 tai 0-55 kiviaines, se ei peity sorastuksen alle. Liikenneviraston soratien hoito-ohjeen mukaan tien pinnalla ei saa olla halkaisijaltaan yli 3 cm irtokiviä.

Tämän ohjeen mukaisesti edellä mainitussa tapauksessa soratiehen saattaa tulla laadunalitus, koska 3 cm sorastus ei välttämättä peitä karkeampaa kantavan kerroksen materiaalia riittävästi. Sorastuskierto tiellä on 3-5:n vuoden välein. Tutkimusaineiston sekä haastattelujen mukaan sorastuksen kiertoaika on liian väljä, tai tiehen sorastuskerralla ajettava 3 cm paksu murskekerros on liian vähäinen.

9.3 Nostettujen tieosuuksien kunto

Nostetut tieosuudet olivat vielä vuosienkin jälkeen kohtalaisessa kunnossa. Kelirikkonostopaikat olivat silmämääräisesti tunnistettavissa. Nostetuissa paikoissa näytti olevan ongelmana reunoilta nousut kantava kerrosmateriaali. Oletettavasti tämä johtuu siitä, että ihmiset ajavat pääsääntöisesti keskellä tietä sekä henkilö- että kuorma-autoilla. Tämän vuoksi tie painuu keskeltä, jolloin tien pinnan profiili muuttuu. Koska tiessä ei ole riittäviä kallistuksia ojiin päin, sateella vesimäärä tien pinnalla kasvaa. Tämä johtaa tien reikiintymiseen ja laadun alitukseen. Laadunalituksen toteamisen jälkeen lana tai höylä tuo materiaalin reunoilta keskelle, jotta tien kallistukset saadaan laatuvaatmusten mukaiseksi. Tämän seurauksena tien reunoille nousee joko maakiviä tai kantavaa kerrosta pohjaoloista riippuen. Kyseessä olevissa kohdissa pohjamaa on pehmeää, jolloin tien painuessa keskeltä kelirikko-aikaan, voi tien reunoilta nousta pohjamaata tai kantavaa mursketta tien reunoille.

9.4 Kehitysideaa

Tulevaisuudessa voitaisiin miettiä, tarvitaanko tarkempia tutkimustuloksia aiemmin tehdyistä kelirikkonostokohteista. Mahdollisesti tutkittavat kohteet tulisi huolellisesti inventoida etukäteen ja suorittaa kerrosten tutkimus kaivinkonetta käyttäen. Tämä tietenkin nostaa kustannuksia, mutta tuloksista saadaan tarkemmat ja tarvittaessa pystytään tarkat kerrosvahvuudet saamaan selville kaivamalla tie kokonaan poikki laidasta laitaan. Tällä tavoin pystyttäisiin mahdollisesti saamaan tietoa siitä, miten pohjamaa käyttäytyy erilaisissa pohjaolosuhteissa, ja onko geovahvisteiden käyttö näin ollen järkevää ja mahdollista.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Destia Oy, Oriveden toimipiste. Haastatteluaineisto, kuorma-autonkuljettajat Heimo Tapio, Matinaho Tapio, Murtola Janne. Toimihenkilöt Penttala Harri, Rajala Kyösti, Riihimäki Keijo.

Destia Oy, Oriveden toimipiste. Tutkimusaineisto, tehdyt runkokelirikkokorjauskohteet

Ely-keskus nettisivut muokattu 30.1.2015. Kelirikkoajan poikkeuslupa maanteille [Viitattu 01-11-2017] Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/kelirikkoajan-poikkeuslupa-maanteille#.WjdsFtJl-pp>

Ely-Keskus. Työkohtainen_tarkennus_Hoidon_yllapidon_AU_Orivesi_2016-2021

FINLEX 2013. Valtioneuvoston asetus ajoneuvon käytöstä tiellä [Viitattu 1-12-2017] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130407>

Jääskeläinen Raimo 2011-01. Geotekniikan perusteet, Tammertekniikka [Viitattu 25-10-2017]

Liikennevirasto 2017. Tietilasto 2016. Liikenneviraston tilastoja 4/2017 [Viitattu 03-09-2017] Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2017-04_tietilasto_2016_web.pdf

Liikennevirasto 2017. Tieverkko [Viitattu 15-10-2017] Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/tieverkko#.Wjd1I9Jl-pp>

Liikennevirasto 2017. Hoitourakat alueittain [Viitattu 15-10-2017] Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/335819/hoidon-ja-yllapidon-alueurakoitsijat-kartta.pdf/bcb1cc5d-a73b-442f-8ebb-c69c432fce97>

Liikennevirasto 2016. Teiden kelirikko [Viitattu 20-10-2017] Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/tieverkko/kunnossapito/kelirikot#.Wjd3htJl-pp>

Liikennevirasto 2015. Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuetekortit 30.01.2015, Oriveden kunnossapidon urakka-aineisto.

Liikennevirasto 2014. Sorateiden kunnossapito. Liikenneviraston ohjeita. 2015 [Viitattu 20-11-2017] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf

Liikennevirasto 2011. Soratien runkokelirikkokohteiden korjaaminen, viiteaineistomoniste 31.01.2011 Hoitourakan liite.

Liikennevirasto 2005. Tierakenteen suunnittelu [Viitattu 13-11-2017] Saatavissa: <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>

Pakarinen, Juha 2017. Päätoiminen tuntiopettaja. Savonia AMK. Kuopio 20.09.2014. Opinnäytetyön aloituspalaveri

Tiehallinto 2001. Tien liikennesuunnitelman laskeminen, Pihlajamäki Jari [Viitattu 15-11-2017] Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/3-liikennesuunnitelma.pdf>

Tiehallinto 2002. Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto, Tiehallinnon selvityksiä 15/2002 [Viitattu 1-12-2017] Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/selv15_02.pdf

LIITE 1: ESIMERKKI KÄYTETTÄVÄSTÄ KULUTUSKERROKSEN LAADUNVARMISTUKSESTA

Tampereen teknillinen yliopisto
Maa- ja Pohjarakenteet

MPR/58/2017 Liite 1. 1/1

Pesuseulonta SFS-EN 933-1:2012 (+Liite A)

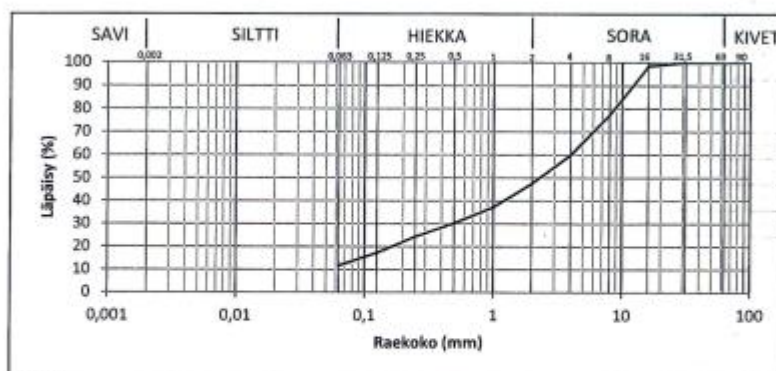
Näyte KaM 0/16 mm, Nälkämäki

Tutki: RK

pvm: 13.3.2017

Näytteen massa kuivana	2726,2
Näytteen massa pesun jälkeen	2437,0
Pesutappio	289,2

Seula (mm)	Seulalle jäi (g)	Seulalle jäi (%)	Läpäisy (%)
90	0,0	0	100
63	0,0	0	100
31,5	0,0	0	100
16	42,4	2	98
8	572,6	21	77
4	477,0	18	60
2	338,8	12	47
1	278,4	10	37
0,5	189,8	7	30
0,25	161,6	6	24
0,125	193,6	7	17
0,063	151,7	6	11,7
POHJA	29,1	1	
POHJA+PESUTAPPIO	318,3	11,7	
YHTEENSÄ	2724,2		



HUOM:

LIITE 2: ESIMERKKI KANTAVAN KERROKSEN LAADUNVARMISTUKSESTA

